

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

**IZRADA DETALJNE DOKUMENTACIJE TRUPA BRODA**

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Marko Hadjina, dipl.ing.

Rijeka, srpanj 2019.

Morana Durbešić  
0115021416

## **IZJAVA**

Izjavljujem, da sam završni rad preddiplomskog studija naslova „Izrada detaljne dokumentacije trupa broda“ samostalno pisala uz pomoć znanja kojeg sam stekla dosadašnjim školovanjem i navedenom literaturom te uz savjete mentora. Svi dijelovi rada, nalazi i ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima (mrežnim izvorima, literaturi i drugom) u radu su jasno označeni kao takvi, te adekvatno navedeni u popisu literature.

Studentica:

Morana Durbešić

---

U Rijeci 05. srpnja, 2019.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	5
2. TIJEK IZRADE DOKUMENTACIJE .....	6
2.1 UGOVARANJE BRODA .....	8
2.1.1 Idejni projekt .....	9
2.1.2 Preliminarni projekt.....	10
2.1.3 Ugovorni projekt .....	11
2.2 Nabava materijala .....	12
3. PROJEKTNNA DOKUMENTACIJA .....	14
3.1 PROJEKTNATEHNIČKA DOKUMENTACIJA .....	14
3.2 PROJEKTNNA TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA .....	14
4. KLASIFIKACIJSKA DOKUMENTACIJA .....	16
5. RADIONIČKA DOKUMENTACIJA .....	18
6. TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA .....	20
6.1 Dokumenti tehničke pripreme materijala .....	20
7. RADIONIČKA TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA .....	21
8. PLANSKA DOKUMENTACIJA .....	24
9. PRAKTIČNI DIO – PRIMJER IZRADE RADIONIČKE DOKUMENTACIJE ZA SEKCIJU DVODNA BRODA ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA .....	25
9.1 Podjela broda na osnovne prostore .....	27
9.2 Simboli za označavanje radioničke dokumentacije .....	30
9.2.1 Radioničke marke .....	30
9.2.2 Završeci profila .....	31
9.2.3 Oznake zavara .....	32
9.2.4 Traserske linije .....	35
9.2.5 Oznake materijala - čelika .....	36
9.3 Trident Ship Explorer i Trident Drafting .....	36
10. ZAKLJUČAK .....	41
LITERATURA .....	42
SAŽETAK .....	43
POPIS SLIKA .....	44
POPIS TABLICA .....	45
POPIS PRILOGA .....	45

# 1. UVOD

Zadatak ovog završnog rada je „Izrada detaljne dokumentacije trupa broda“. Potrebno je objasniti redoslijed izrade i osnovni sadržaj dokumentacije za projektiranje i gradnju trupa broda. Za odabrane sekcije trupa broda potrebno je izraditi pojednostavljenu detaljnu radioničku - tehničku dokumentaciju u softveru Ship Explorer za fazu predmontaže broda te dodatno, izraditi i relevantne izometrijske prikaze kao podršku proizvodnji.

U skladu sa navedenim zadatkom rad se u prvom dijelu bavi tijekom izrade dokumentacije za gradnju broda, gdje je svaka faza i vrsta dokumentacije detaljnije opisana. Tako su opisani idejni, preliminarini i ugovorni projekt te redom dokumentacije od projektne tehničke dokumentacije, projektne tehnološke dokumentacije, klasifikacijske, radioničke, tehnološke, radioničke tehnološke sve do planske dokumentacije.

Dio rada posvećen je i objašnjenju simbola koji se koriste u radioničkim nacrtima, kao i podjeli broda na osnovne prostore kako bi se lakše razumjele brojčane oznake u radioničkoj dokumentaciji.

Nadalje, slijedi kraće upoznavanje sa Trident Ship Explorer i Trident Drafting aplikacijama za vizualizaciju 3D modela i olakšanu izradu radioničkih nacrti.

Konačno, u drugom, praktičnom, dijelu rada, izrađena je pojednostavljena radionička dokumentacija sa jednu sekciju dvodna broda za rasuti teret, a navedeno koristeći sopmenuti softver, odnosno aplikacije.

## 2. TIJEK IZRADE DOKUMENTACIJE

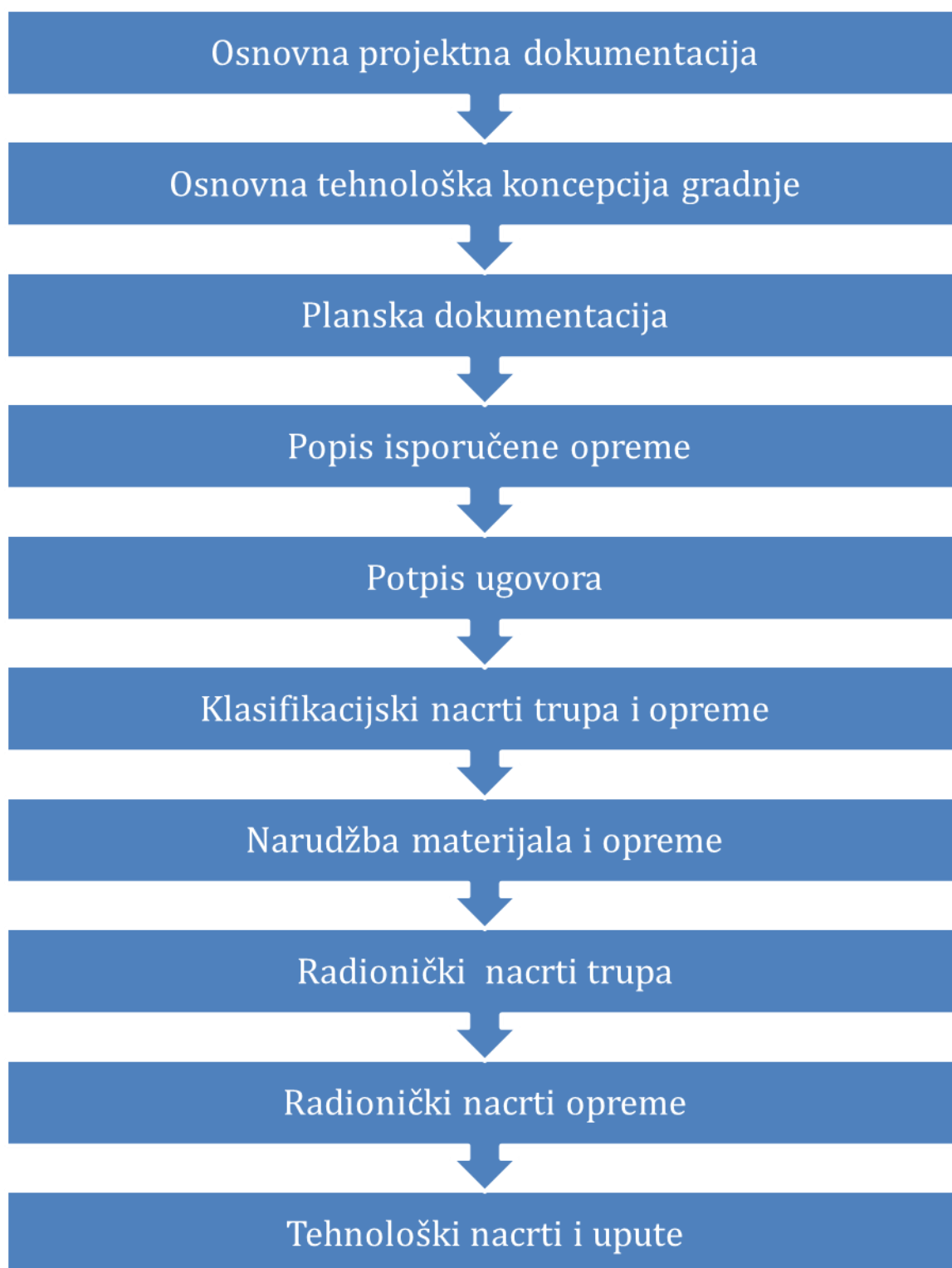
Brod je jedna vrlo složena struktura koja je izložena velikim opterećenjima, sastavljen je od različitih materijala, razna oprema je ugrađena u njega te je jasno da i sama dokumentacija potrebna za gradnju broda mora biti vrlo opsežna. Navedeno proizlazi i iz samog broja pojedinačnih komponenti iz kojih je brod izgrađen (tablica 2.1), a svaka od kojih, ovisno o svojoj namjeni, mora bit pažljivo odabrana i proračunata te sve to mora biti vidljivo u dokumentaciji o gradnji broda<sup>[1]</sup>.

*Tablica 2.1 Broj pojedinačnih dijelova u prijevoznim sredstvima <sup>[1]</sup>*

Prijevozno sredstvo	Broj pojedinačnih dijelova
Veliki putnički avion	2.500.000
Podmornica	1.000.000
VLCC	250.000
Boeing 777	100.000
Vojni avion	15.000
Automobil	1.000

U sljedećim poglavljima rada opisan je okvirni redoslijed izrade i vrste dokumentacije potrebne za gradnju broda. Zbog međusobne povezanosti i isprepletenosti neke faze izrade određene dokumentacije teško je u potpunosti razdvojiti. Često se događa da se određene faze izrade dokumentacije odvijaju istovremeno, a što je čak i poželjno jer se time vrši znatna ušteda na vremenu čime se smanjuje trošak same gradnje broda. Na slici 2.1 shemom je okvirno prikazan tijek izrade tehničke dokumentacije.

*Tablica 2.2 Tijek izrade tehničke dokumentacije <sup>[2]</sup>*



## 2.1 UGOVARANJE BRODA

Proces ugovaranja broda započinje slanjem upita za ponudu zainteresirane strane kupca (budućeg brodovlasnika) određenom brodogradilištu. U upitu je potrebno navesti glavne značajke broda kao što su njegova vrsta i namjena, nosivost, očekivana brzina te ostale slične značajke. U samom upitu može se navesti i prihvatljivi rok isporuke, načine plaćanja te očekivana cijena.

Brodogradilište nakon detaljne analize upita dostavlja zainteresiranom kupcu odgovor kojim obavještava kupca o nemogućnosti davanja ponude tj. prekida daljnje suradnje ili njenom nastavku te daljnjim pregovorima sa ciljem davanja konačne ponude i potpisa ugovora.

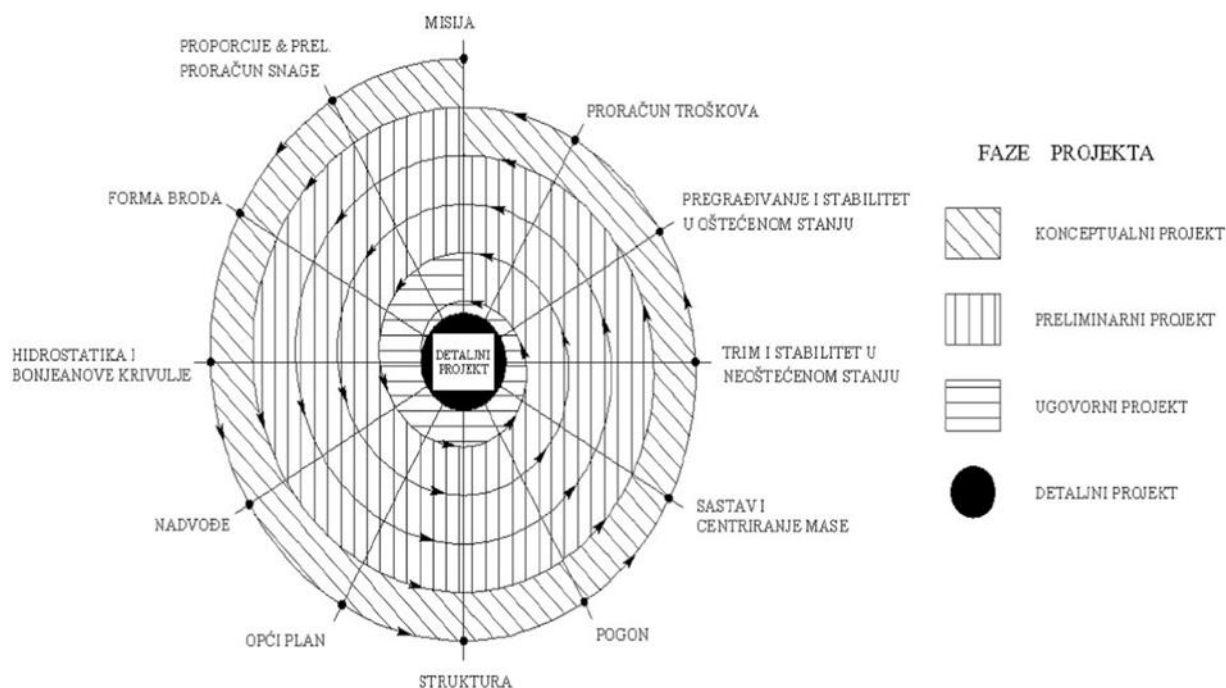
U slučaju zainteresiranosti brodogradilišta za suradnju Ured prodaje izrađuje sljedeće:

- analizu kapaciteta i tehnoloških mogućnosti brodogradilišta za gradnju broda iz upita
- preliminarnu projektnu dokumentaciju koja sadrži tehnički opis i opći plan broda
- preliminarnu podjelu broda u sekcije
- izradu općeg plana gradnje broda i rokova
- izradu kalkulacije cijene koštanja gradnje broda

Ukoliko su, nakon obostranih analiza, obje strane suglasne o nastavku suradnje kreće se sa izradom ugovorne dokumentacije, a to je idejni projekt (koji se ponekad naziva i konceptualni projekt), preliminarni projekt i ugovorni projekt.

Kako je ekonomski faktor od primarne važnosti u projektiranju broda (u prvom redu trgovačkog broda), to je u tu svrhu, a za primjenu u ovoj fazi, osmišljena Evansova projektna spirala (prikazana na slici 2.1). Krećući se spiralom prema njezinoj sredini, prolazi se kroz područja manje informacija u područja iznimno specifičnih upute za konstrukciju broda ili drugim riječima – realizaciju idejnog koncepta o gotov proizvod brod<sup>[3]</sup>.

Evansova projektna spirala olakšava da se bez kretanja ispočetka i/ili bez nepotrebnog trošenja vremena odrade poboljšanja i ispravci u procesu projektiranja. Projektiranje broda je kompleksan i iterativan proces na koji utječe velik broj raznih faktora. Evansova spirala predstavlja sistematičan način kojim se u fazi preliminarnog projekta analizira i pročišćava konceptualni projekt, popunjava se sa rasporedom i strukturom te dovodi do optimalnih karakteristika. Nadalje, a na isti način ugovorni projekt detaljizira završni raspored i sisteme u dogovoru sa brodovlasnikom za zadovoljenje ugovornih obveza gradnje<sup>[4]</sup>.



Slika 2.1 Evansova projektna spirala <sup>[5]</sup>

### 2.1.1 IDEJNI PROJEKT

Idejni projekt treba osigurati dovoljno informacija ta tehničko-ekonomsku bazu za odabir te kao takav sadrži u prvom redu osnovne tehničke karakteristike broda, a to su:

- podaci potrebni za proračun
- osnovni podaci o brodu
- tehnički podaci
- kratki opis
- skica broda.

Izrada idejnog projekta često se dijeli u dvije faze:

- prva faza bitna je za odrediti osnovne karakteristike broda prvenstveno vrstu odnosno namjenu broda, nosivost te brzinu; zatim se definiraju i parametri važni za izraditi proračun te se izrađuje i skica broda
- druga faza bitna je za razradu svih karakteristika definiranih u prvoj fazi, opširnija je od prve faze te se sve navedeno detaljnije definira; ono što je bitno da sadrži su detaljniji tehnički podaci, opis broda te malo detaljnija i preciznija skica



### **2.1.2 PRELIMINARNI PROJEKT**

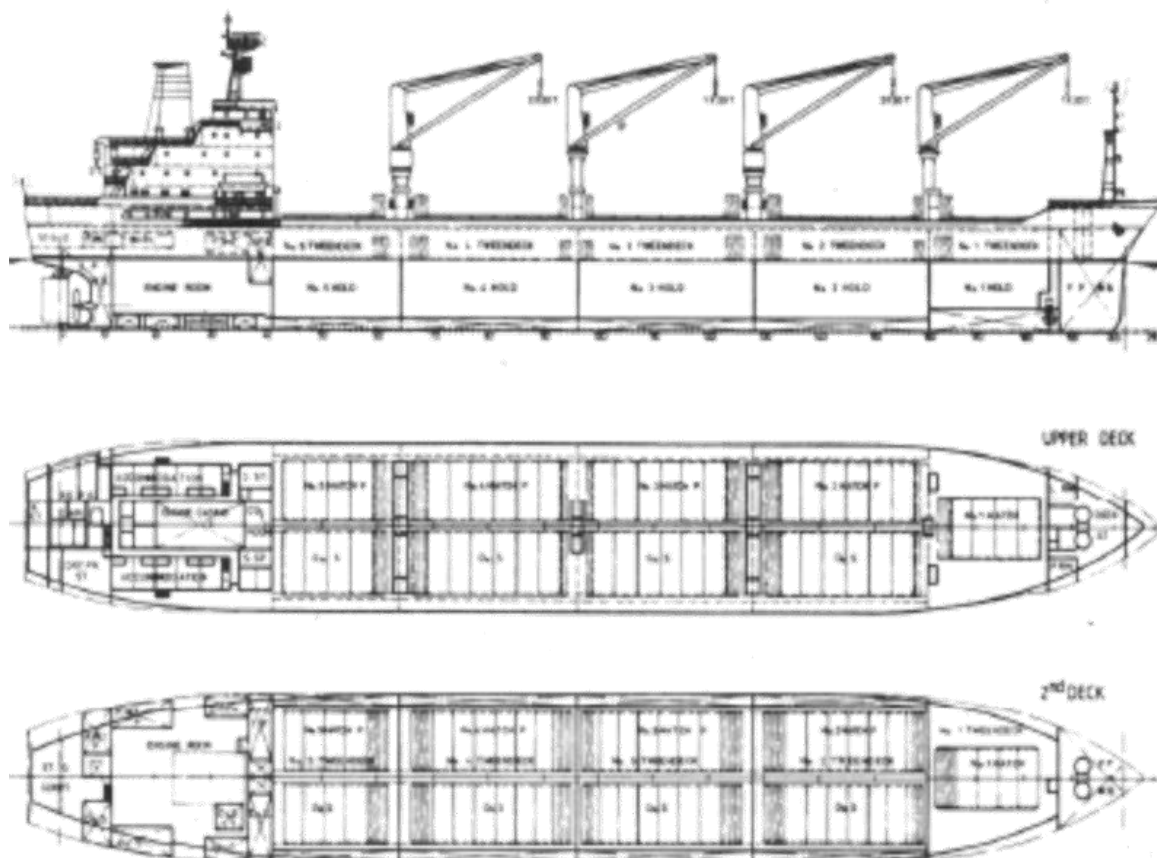
Preliminarni projekt predstavlja daljnju detaljizaciju idejnog projekta. Ova faza iznimno je bitna u cijelom procesu projektiranja zbog utvrđivanja glavnih karakteristika kao bruto i neto tonaža, geometrijska obilježja trupa, pogonski stroj. Npr. pogonski stroj bitno je definirati što ranije u procesu gradnje broda jer se na osnovi odabranog pogonskog stroja definiraju i mnoge druge bitne značajke kao što je je i vijak.

Zbog svega navedenog u procesu izrade preliminarnog projekta dolazi do ponavljanja mnogih koraka sve do dolaska do odgovarajućeg rješenja (navedeno se vidi i u Evansonij spirali koja je prikazana na sl. 2.1).

U ovoj fazi potrebno je pažnju posvetiti proračunu troškova koji mora obuhvatiti troškove gradnje, materijala, opreme, potrošnje goriva, posade te troškove održavanja, a temeljem navedenog dobiva se okvirna ideja o profitu.

Slijedom navedenog dolazimo do osnovne dokumentacije koju mora sadržavati preliminarni projekt, a to je tehnički opis (najčešće oko pedesetak stranica), opći plan u mjerilu 1:500, obavljene proračune, te preliminarni plan rebara.

Na slici 2.3 prikazan je opći plan broda.



*Slika 2.2 Opći plan broda<sup>[6]</sup>*

### 2.1.3 UGOVORNI PROJEKT

Ugovorni projekt treća je i zadnja točka pripreme ugovorne projektne dokumentacije. Sam proces često se može podijeliti u dvije faze i to:

- prva faza (prije potpisa ugovora) – razrađuje se tehnički opis (dolazimo do brojke od oko 400 stranica), opisuju se osnovne karakteristike gradnje te ulazni podaci za prorač
- druga faza (nakon potpisa ugovora) u principu predstavlja razne dopune i ispravke sve do sada izrađene dokumentacije, u ovoj fazi također se izgladjuje i forma broda, a što u konačnici dovodi do učinkovitijeg rada vijka, a i smanjenja ukupnog otpora broda; sve navedeno jako je bitno jer predstavlja ulazne podatke za izradu modela broda sa kojim će se izvoditi odgovarajući pokusi (koji se kasnije uspoređuju sa očekivanim vrijednostima);

ovdje je najvažnije da svi rezultati budu unutar granica prihvatljivih vrijednosti (kako bi se izbjeglo eventualno plaćanje penala)

Ugovorni projekt sadrži ugovornu tehničku dokumentaciju i to :

- detaljan tehnički opis
- opći plan u mjerilu 1:200,
- nacrt glavnog rebra
- kapacitetni plan
- preliminaru knjigu trima i stabiliteta
- stabilitet broda u oštećenom stanju
- preliminarni prognozni dijagram,
- bilance električne energije i pare
- razmještaj i plan nastambi
- smještaj strojarnice
- razmještaj cjevovoda
- popis proizvođača.

## **2.2 NABAVA MATERIJALA**

Nabava materijala jedna je vrlo kompleksna stavka cijelog procesa gradnje broda koja može brodogradilištu veoma zakomplicirati ili poskupiti cijeli proces gradnje.

Opisana je u sklopu poglavlja „Ugovaranje broda“ upravo iz razloga što o nabavi materijala u brodogradilištu treba početi razmišljati i planirati što ranije. Za gradnju broda potrebne su ogromne količine čelika kao i mnogo komponenti različite i sofisticirane opreme za koju pravovremeno treba obavijestiti dobavljače te sa njima postići dogovor kako ne bi došlo do kašnjenja u gradnji zbog čekanja isporuke. Naime, u brod srednje veličine ugradi se nekoliko tisuća tona čeličnih limova i profila, nekoliko stotina tona čeličnih otkivaka i odljevaka, velike količine limova i profila od obojenih materijala, kilometri električnih kabela i cijevi različitih dimenzija i od različitog materijala te drva u različitom stanju prerade te različitih vrsta nemetala.

Nakon potpisivanja ugovora o gradnji i dopune ugovorne dokumentacije, mora se specificirati i naručiti najkrupniji materijal, a koji obično za sobom vuče i veoma duge rokove isporuke.

Postupak nabave teče na način da ured nabave brodogradilišta zaprima zahtjev u kojem moraju biti navedene karakteristike materijala, garantni rok, potreba atesta i klasifikacijsko društvo, potreban broj konstrukcijskih knjiga i nacрта. Navedeni zahtjev uz upit za ponudu nabavni ured šalje dobavljačima naznačujući potrebne uvjete i rokove važne za isporuku.

Nakon dobivenih ponuda dobavljača te nakon ispunjavanja kalkulacijskog lista koji se koristi za usporedbu ponuda, odabire se onaj proizvođač koji je tehnički i komercijalno najpovoljniji te se sa njime vrše daljnji dogovori.

Udio materijala u prodajnoj cijeni broda iznosi čak oko 60-70% i zato je potrebno postići što povoljniju nabavnu cijenu uz troškove dopreme. Potrebno je voditi računa i o troškovima skladištenja i manipulacije materijalom, a sve kako se ne bi ugrozila ekonomičnost i rentabilnost poslovanja brodogradilišta.

### **3. PROJEKTNA DOKUMENTACIJA**

#### **3.1 PROJEKTNA TEHNIČKA DOKUMENTACIJA**

Izradom projektne tehničke dokumentacije bavi se projektni ured brodogradilišta. Predmetna dokumentacija definira detaljno što se uopće gradi. Dokumenti koji se u ovoj fazi izrađuju tj. dokumenti projektne dokumentacije su:

- tehnički opis broda
- opći plan broda
- osnovne funkcijske sheme
- kapacitetni plan
- plan građevnih rebara

#### **3.2 PROJEKTNA TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA**

Za izradu projektne tehnološke dokumentacije zadužen je Ured tehnologije brodogradilišta, a sama izrada vrši se paralelno sa pripremom klasifikacijske dokumentacije o kojoj vodi računa Tehnički ured brodogradilišta.

Svrha projektne tehnološke dokumentacije jest:

- globalno definiranje proizvodnog procesa,
- definiranje ostalih potrebnih radnji koje treba poduzeti u relativno ranoj fazi kako bi se što točnije moglo definirati količinu, odnosno potrebu za materijalom i radnom snagom,
- procjenjivanje budućih troškova proizvodnje zbog pravovremenog osiguranja potrebnih financijskih sredstava i sl.

Ova vrsta dokumentacije definira i opisuje:

- osnovne značajke same gradnje broda,
- način gradnje i opremanja broda,
- postupke koji će se koristiti tijekom gradnje broda
- osnovne značajke za opremanje,

- optimalnu tehnologiju gradnje i opremanja u postojećim uvjetima u brodogradilištu

Projektna tehnološka dokumentacija dijeli se na dokumentaciju za trup te dokumentaciju za opremu.

Dokumentacija koja se odnosi na trup obuhvaća:

- tehnološku koncepciju gradnje broda,
- podjelu broda u grupe,
- tehnološki opis broda,
- redoslijed montaže broda i dr

Dokumentacija koja se odnosi na opremu obuhvaća tehnološku koncepciju opremanja broda. Ovdje se ponajviše misli na ono što je prije bilo uranjeno opremanje, a danas je gotovo standard bez kojeg bi cijeli proces trajao duže te bio znatno skuplji<sup>[7]</sup>.

## 4. KLASIFIKACIJSKA DOKUMENTACIJA

Tehnički ured brodogradilišta zadužen je za izradu i pripremu klasifikacijske dokumentacije, a koja je potrebna za ishođenje odobrenja od strane odabranog klasifikacijskog društva.

Uloga klasifikacijskog društva veoma je bitna jer se radi o nezavisnoj provjeri (netko tko nije zainteresirana strana iz ugovora) da li je konstrukcija broda (odnosno svi elementi proračuna, nacrti te funkcionalnosti) u skladu s općeprihvaćenim pravilima i propisima. Izrada klasifikacijske dokumentacije vrši se paralelno sa izradom projektne tehnološke dokumentacije za čiju je pripremu zadužen Ured tehnologije brodogradilišta.

Klasifikacijska dokumentacija za odobrenje od strane klasifikacijskog društva i brodovlasnika odnosi se na nekoliko područja pa je tako potrebno izraditi klasifikacijsku dokumentaciju za područje:

- trupa,
- strojnih sustava,
- brodske opreme
- elektroopreme, opreme za komunikacije i navigaciju,
- opreme za obitavanje posade i putnika

Uz navedeno, također je potrebno pripremiti specifikacije materijala za narudžbu te tehničko odobrenje ponuda za narudžbu.

Slijedom iznesenog, dokumenti klasifikacijske dokumentacije tj. dokumenti koje je potrebno predati klasifikacijskom društvu, su sljedeći:

- funkcionalne sheme brodskih sistema
- funkcijske sheme elektroinstalacija
- klasifikacijski nacrti gradnje broskog trupa
- klasifikacijski nacrti opreme broda
- sistemski nacrti smještaja opreme

Obzirom da je priprema za nabavu, a i sama nabava materijala jedan vrlo složeni proces za koji je također potrebno pripremiti čitavo mnoštvo podataka, to se klasifikacijska

dokumentacija može iskoristiti i kao osnova za specificiranje karakteristika narudžbi materijala.

Klasifikacijska dokumentacija, također, može biti i osnova sljedeće faze izrade dokumentacije, odnosno osnova za radioničku i tehnološku dokumentaciju. Navedeno, naravno, pod uvjetom da su različiti uredi u brodogradilištu smisleno povezani odnosno da tijekom obavljanja svoji zadataka surađuju i izmjenjuju podatke sa ostalim uredima, a što sve omogućuje paralelno obavljanje i paralelno pripremanje raznih potrebnih dokumentacija. Ukoliko takav način funkcionira cijeli postupak prije same gradnje teče mnogo brže.

Izrada klasifikacijske dokumentacije bitna je i iz razloga što se dostavlja brodovlasniku na potvrdu kako bi se nastavilo sa daljnjim radom.

Nakon navedenog kreće se sa izradom modela broda te izradom radioničke dokumentacije koja je sljedeća točka toka izrade dokumentacije gradnje broda.



## 5. RADIONIČKA DOKUMENTACIJA

Radionička dokumentacija također se kao i klasifikacijska dokumentacija izrađuje i priprema u Tehničkom uredu brodogradilišta. S izradom radioničke dokumentacije kreće se obično nakon što je klasifikacijska dokumentacija već spremna iako se nekada jedan manji dio može započeti izrađivati paralelno sa klasifikacijskom dokumentacijom, naravno, ako resursi samog brodogradilišta to dozvoljavaju. Radionička dokumentacija u načelu predstavlja razradu klasifikacijske dokumentacije s detaljnim proizvodnim informacijama, a što za posljedicu ima činjenicu da se radi o najopsežnijoj brodskoj dokumentaciji.

Radionička dokumentacija svrstava se u tehničku dokumentaciju broda te je kao takva namijenjena za konkretnu upotrebu pri samoj izgradnji broda i to od strane radnika brodogradilišta u velikim proizvodnim halama. Upravo iz tog razloga oznake na radioničkoj dokumentaciji moraju biti standardizirane, jasne i nedvosmislene, a sve kako bi ih radnici mogli brzo i lako tumačiti.

Radionička dokumentacija, kao što je već rečeno, najopsežnija je dokumentacija broda, a sastoji se od:

- pojedinačnih radioničkih nacrti
- radioničkih specifikacija različitih vrsta
- te popisa materijala

Same radioničke nacрте možemo podijeliti na sljedeće načine:

### 1. Radionički montažni nacrti potrebni za montažu:

- broskog trupa
- cjevovoda
- elektro instalacija
- brodske opreme
- strojnih sistema

### 2. Radionički nacrti potrebni za izradu detalja i pozicija koji se montiraju prema montažnim nacrtima i to za:

- brodski trup
- cjevovode
- elektro instalacije

- brodsku opremu
- strojne sisteme

Nadalje, izrada popisa materijala dijeli se na popise materijala za:

- montažu brodske opreme i trupa
- izradu elemenata i detalja brodske opreme i trupa

Dakle, proizlazi da je osnovna podjela dokumenta radioničke dokumentacije sljedeća:

- montažni nacrti s popisima materijala
- nacrti izrade s popisima materijala

Nakon što je radionička dokumentacija izrađena istu je potrebno na neki način organizirati i verificirati, a kako bi se od strane za to ovlaštene osobe provjerilo da li je sve u skladu sa klasifikacijskom dokumentacijom te u skladu sa pravilima i standardima brodograđevne industrije. Naravno, potrebno je i definitivno provjeriti da li je sve u skladu i sa tehnološkom dokumentacijom te resursima i mogućnostima predmetnoga brodogradilišta (jer ukoliko je negdje došlo do nekakve pogreške znatno ju je jeftinije otkriti i ispraviti u ovom stadiju nego kasnije).

Na samom kraju radioničku dokumentaciju potrebno je još arhivirati te raspodijeliti različitim radnim pozicijama koje će ju koristiti.

## 6. TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA

Tehnološka dokumentacija je ona koja se odnosi na sami tehnološki proces gradnje broda pa se tako bavi uputama za sastav sekcija, raznim uputama za sklapanje, normama sati, pripremom materijala itd.

### 6.1 Dokumenti tehničke pripreme materijala

Tehnička priprema materijala također zahtijeva određene dokumentirane upute, a za navedeno je zadužen Ured tehničke pripreme materijala.

Ured tehničke pripreme materijala tako:

- zaprima specifikacije materijala iz klasifikacijske dokumentacije te analizira i obrađuje materijal iz specifikacija prema slijedećem:
  - da li specificirani materijal treba naručiti ili se nalazi u postojećim zalihama brodogradilišta
  - ako ga treba naručiti – obrađuje se specifikacija materijala za slanje zahtjeva za narudžbu materijala prema nabavi na način da se grupiraju istovrsni materijali prema mogućnostima tržišne dobave materijala

Nakon navedenog definira rokove prispjeća materijala.

- zaprima potrebe potrošnog i ostalog nedostajućeg materijala iz proizvodnog sektora, potrebnog za nesmetano odvijanje ciklusa proizvodnje te se zahtijevani materijal analizira i obradi na način da se provjeri da li specificirani materijal treba naručiti ili se nalazi u postojećim zalihama brodogradilišta.

U slučaju kad ga treba naručiti obrađuje se specifikacija materijala za slanje zahtjeva za narudžbu materijala prema nabavi na način da se grupiraju istovrsni materijali prema mogućnostima tržišne dobave materijala, a nakon čega se definiraju rokovi prispjeća materijala

Slijedom navedenog, najvažniji dokumenti tehničke pripreme materijala su zahtjevi za narudžbu materijala.

## 7. RADIONIČKA TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA

Izradu i pripremu radioničke tehnološke dokumentacije obavlja Ured tehnologije brodogradilišta.

Radionička tehnološka dokumentacija obuhvaća dokumentaciju kojom se detaljnije definiraju tri bitne stavke ugovorene, buduće gradnje broda i to:

- način gradnje broda koji daje odgovor na pitanje kako će se graditi brod (odnosno koje proizvodne tehnologije će se primjenjivati, detalji tehnologije sastavljanja počevši od panela pa sve do sklapanja velikih trodimenzionalnih sekcija uključujući njihov transport te tehnologiju montaže na navozu
- mjesto gradnje broda koje daje odgovor na pitanje gdje će se graditi brod, uključujući mjesta sastavljanja sekcija od proizvodnih hala i ostalih prostora brodogradilišta pa sve do navoza (ili nekog drugog ležaja za gradnju broda, zavisno od veličine i mogućnosti brodogradilišta)
- pitanje normi koje daju odgovor na pitanje koje je vrijeme potrebno utrošiti za koju fazu gradnje broda te u konačnici i cijeli brod

Radionička tehnološka dokumentacija dijeli se na radioničku tehnološku dokumentaciju za trup te za opremu.

Radionička tehnološka dokumentacija za brodski trup obuhvaća:

- tehnološke nacрте koji dalje detaljnije razrađuju
  - razmještaj potklada i kolijevki kod izrade sekcija
  - način i redoslijed izrade sekcija po pojedinim fazama
  - način i redoslijed zavarivanja
  - eventualne pomoćne naprave kod predmontaže i montaže
  - položaj, tip i broj uški za transport i montažu sekcija
  - eventualna potrebna ukrućenja sekcija
- tehnološka uputstva u slučajevima korištenja novih materijala i/ili novih postupaka u tijeku proizvodnje
- tehnološka uputstva u svim slučajevima kada se traže detaljno razrađeni posebni zahtjevi za točnost
- razrađene radioničke specifikacije
- nacрте za izradu panela na panel – liniji

- sastave sekcija
- nacрте za izvođenje oskeljenja odnosno pripreme i postavljanja velikog broja potrebnih skela oko i/ili u unutrašnjosti broda
- dokumentaciju za normiranje izrade, predmontaže i montaže broskog trupa
- analitičke listove
- radne listove

Radionička tehnološka dokumentacije za opremu odnosno za opremanje broda obuhvaća najčešće sljedeće aktivnosti:

- izrada popisa radioničke tehničke dokumentacije za opremanje broda
- pregledavanje i razrađivanje radioničkih nacрта i popisa materijala za izradu, predmontažu i montažu
- razrada radioničke dokumentacije za izradu cijevi s izradom pripadajućih popisa za izradu cijevi grupiranih prema radnim mjestima izrade
- izrada tehnoloških nacрта i uputstava za korozijsku zaštitu
- izrada nacрта i uputstava za razvod privremene energetike na brodu za vrijeme opremanja broda
- normiranje:
  - izrade brodske opreme
  - predmontaže brodske opreme
  - montaže brodske opreme
- distribuiranje/arhiviranje dokumentacije

Kao rezultat pripreme radioničke tehnološke dokumentacije za opremanje broda potrebno je izraditi i sljedeće dokumente radioničke tehnološke dokumentacije za opremanje broda:

- tehnološki nacrti i uputstava za:
  - izradu brodske opreme
  - predmontažu brodske opreme
  - montažu brodske opreme
  - korozijsku zaštitu brodske opreme
- razrađeni popisi materijala (za opremanje broda)
- tehnološki nacrti privremenih otvora na brodu
- tehnološki nacrti privremene energetike na brodu
- analitički listovi

- radni listovi

Analitički list je osnovni dokument kojim se definira broj i redoslijed faza, zatim postupci, sredstva i režimi rada u pojedinim fazama te konačno vrijeme potrebno za pojedine faze.

Nadalje iz analitičkog lista dalje se izrađuje radni list (koji sadržava norme), operacijski list (koji sadržava postupke i faze izrade) te konačno takozvani prateći list (u kojem je razrađen tijek materijala).

## 8. PLANSKA DOKUMENTACIJA

Svako veće brodogradilište u svojoj strukturi obavezno ima i Ured plana brodogradilišta, a koji priprema i izrađuje plansku dokumentaciju.

Planska dokumentacija iznimno je bitna jer se njome:

- definiraju planovi i rokovi za:
  - izradu tehničke dokumentacije
  - izradu tehnološke dokumentacije
  - naručivanje i prispjeko materijala
  - izradu i montažu broskog trupa prema radioničkoj dokumentaciji
  - izradu i montažu brodske opreme prema radioničkoj dokumentaciji
- vrši distribuiranje radioničke i tehnološke dokumentacije prema proizvodnom sektoru
- vrši praćenje i analiza izvršenja radova prema radioničkoj dokumentaciji
- prati utroška radnih sati
- analiziraju proizvodnih kapaciteta, opterećenja radionica i ostalih dijelova brodogradilišta te potreba za radnom snagom (eventualno angažiranje kooperantskih društava) prema normiranim satima, rokovima i planovima gradnje broda

Slijedom navedenog dokumenti planske dokumentacije su tako:

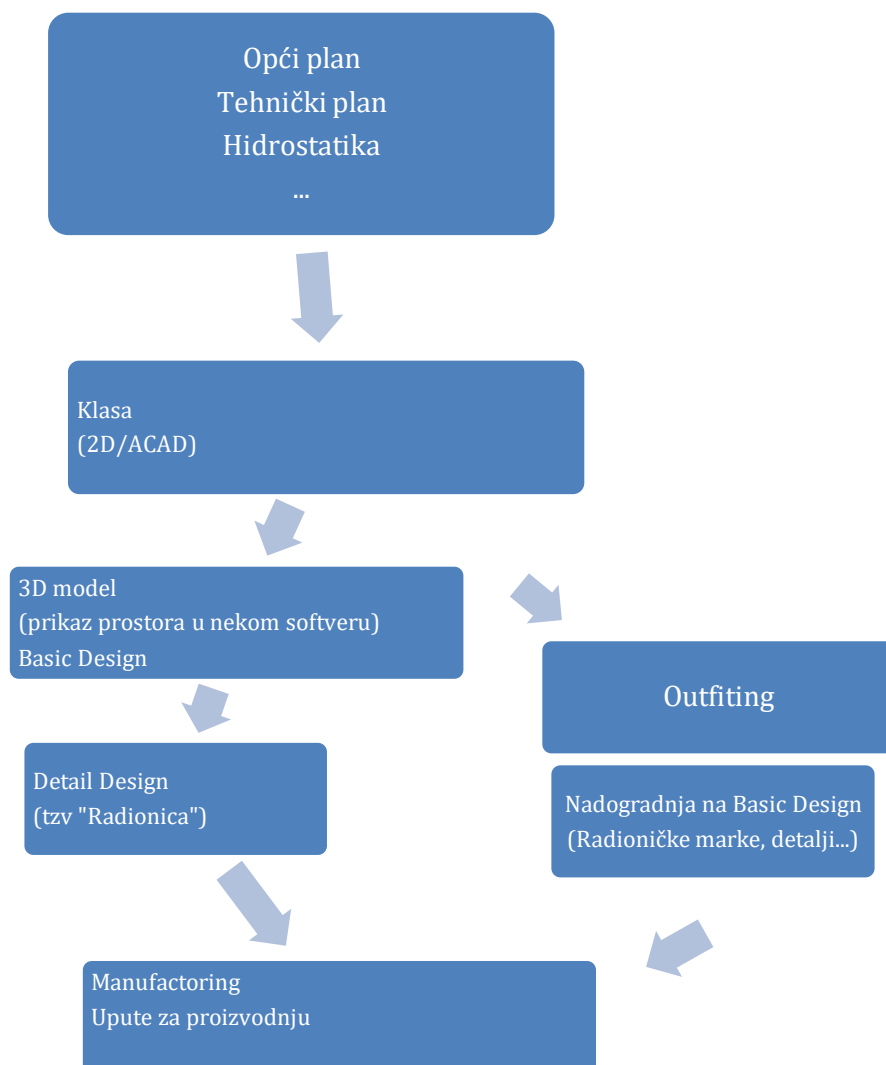
- strateški plan
- godišnji plan
- operativni plan

Ovdje je bitno još spomenuti i proizvodni sektor odnosno Odjel proizvodnje koji je također dio strukture svih većih brodogradilišta, a njegova je važna uloga:

- priprema proizvodnje
  - predmetni odjel brodogradilišta zaprima i prema radionicama distribuira potrebnu radioničku dokumentaciju za izradu i montažu s rokovima gotovosti
  - spomenuti odjel također prema popisima materijala priprema i dostavlja u radionice materijal potreban za izradu i montažu
- organiziranje proizvodnih radionica koje tako izvode proces izrade i montaže prema radioničkoj dokumentaciji, popisu materijala, radnom listu te rokovima kojih se potrebno pridržavati.

## 9. PRAKTIČNI DIO – PRIMJER IZRADE RADIONIČKE DOKUMENTACIJE ZA SEKCIJU DVODNA BRODA ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA

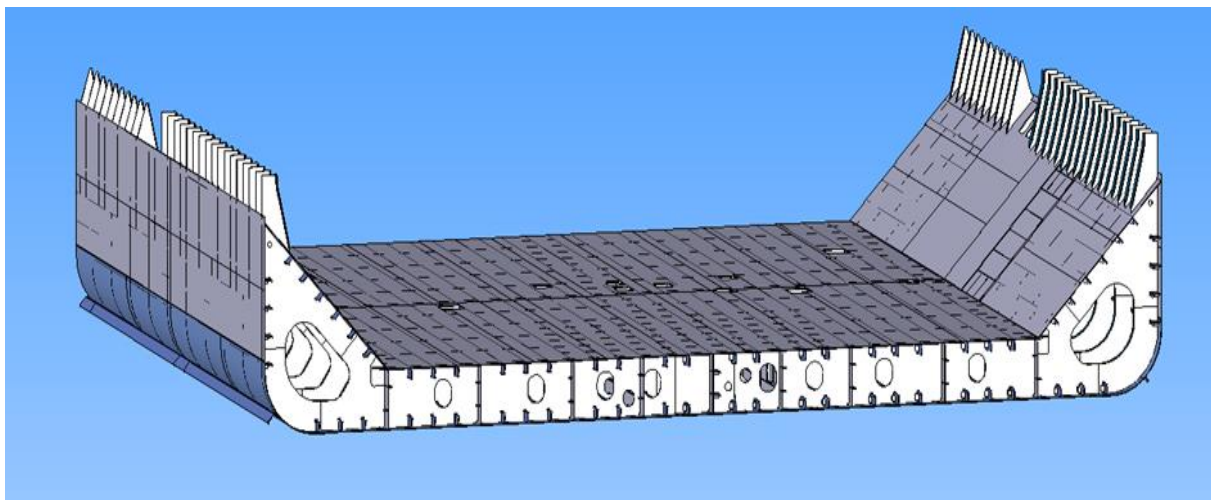
Na početku ovog poglavlja slikom 9.1 prikazan je hodogram izrade dokumentacije vezane za gradnju broda koristeći suvremene softvere, a kako bi se vidjelo gdje bi se praktičan dio ovog završnog rada nalazio u cijelom brodograđevnom procesu.



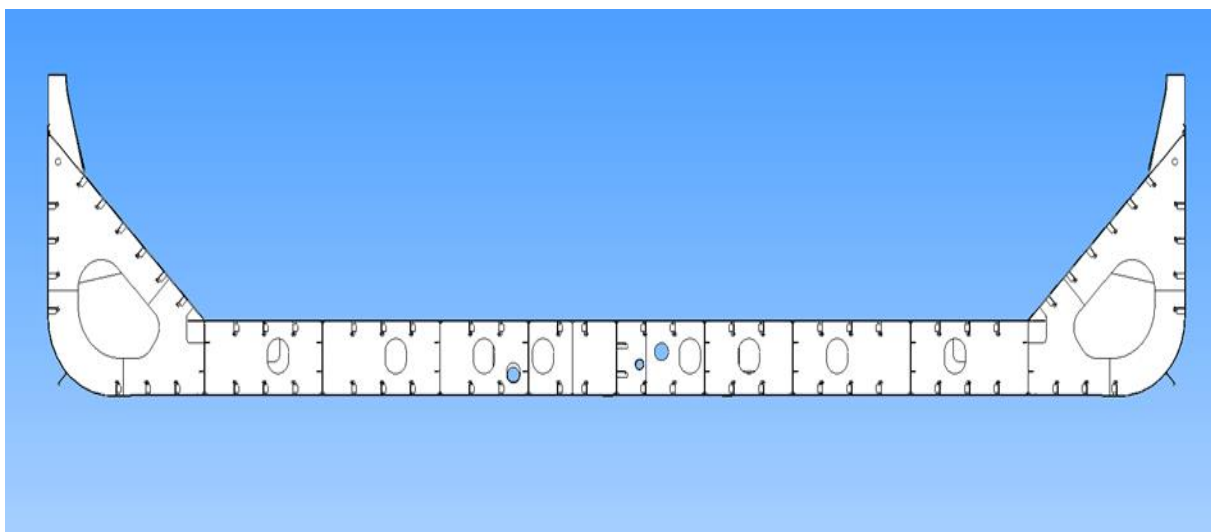
Slika 9.1 Hodogram izrade dokumentacije u softveru



U daljnjem dijelu ovog završenog rada (prilog 1) bavi se izradom pojednostavljene radioničke dokumentacije za jednu sekciju tj. grupu 333 dvodna broda za rasuti teret (gradnja 488 građena u brodogradilištu Uljanik). Na slici 9.2 prikazana je grupa 333, a na slici 9.2 jedan od karakterističnih presjeka iste.



*Slika 9.2 Grupa 333*



*Slika 9.3 Karakteristični presjek*

U praktičnom dijelu odabrani su sljedeći karakteristični presjeci:

- presjek 0 od B.L. – dno
- presjek 1700 od B.L. – pokrov dvodna

- presjek 1 od C.L. – desna strana
- presjek 835 od presjek na rebru 101
- C.L. – desna strana
- presjek 2475 od C.L. – desna strana
- presjek 4979 od C.L. – desna strana
- presjek 8319 od C.L. – desna strana
- presjek 11689 od C.L. – desna strana
- presjek na rebru 101
- presjek na rebru 110
- presjek na rebru 113
- presjek na rebru 116
- presjek na rebru 128
- nacrt male predmontaže za dio CA 010 – dio rebrenice
- nacrt male predmontaže za dio MP 005 – koljeno
- nacrt male predmontaže za dio MP 010 – lim sa profilima
- smještaj dijelova CA 010, MP 005 i MP 010 na predmetnoj velikoj trodimenzionalnoj sekciji

Presjeci i odabrani elementi označeni su prema pravilima označavanja nacrt radioničke dokumentacije, sve koristeći dostupne alate Trident Ship Explorer i Trident Drafting aplikacija.

U daljnjem dijelu ovog poglavlja opisana su pravila podjele broda na osnovne prostore, simboli za označavanje radioničke dokumentacije te Trident Ship Explorer i Trident Drafting aplikacije su za vizualizaciju 3D modela broda, a sve navedeno bitno je za razumijevanje predmetne radioničke dokumentacije.

## 9.1 PODJELA BRODA NA OSNOVNE PROSTORE

Brod je veliki i složen proizvod kojeg treba raščlaniti u manje sklopove i elemente kako bi se lakše:

- sastavljale kalkulacije
- pratili troškovi i obračun realizacije
- organizirala proizvodnja i to posebno:
  - propisivanjem tehnologije opremanja
  - opremanjem sekcija broorskog trupa
  - opremanjem broda po prostorima
  - praćenjem i kontrolom funkcionalnih sistema
  - planiranjem
  - praćenjem izvršenja zadataka
  - obračunima po organizacionim jedinicama
  - posebnoj podjeli rada i sl.

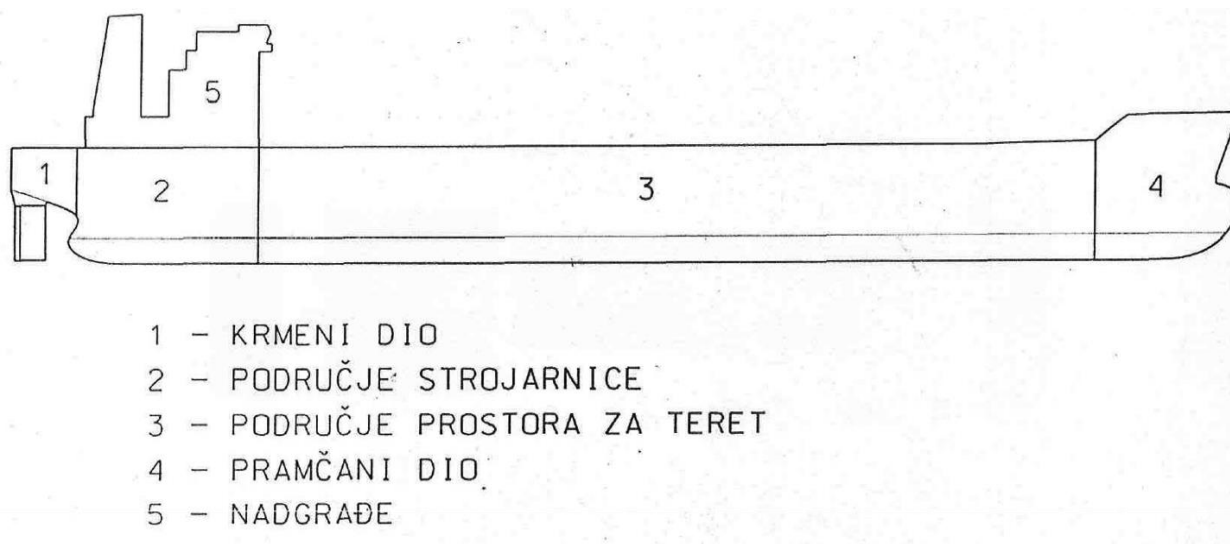
Brod je moguće raščlaniti funkcionalno i tehnološki. Tehnološka ili prostorna raščlamba broda dijeli brod na prostore i podprostore, a funkcionalna ili standardna na složene tehničke sisteme te dalje pojedine sisteme i podsisteme.

Podjela broda na prostore omogućuje da je za svaku tehnološku jedinicu (prostor) moguće definirati aktivnosti tj. skup radova koji čine neprekinutu logičku cjelinu. Svaku aktivnost dalje je moguće podijeliti na radove koji pojedinačno predstavljaju zaokružene tehnološke cjeline za sve razine detaljiziranosti.

Na brodu razlikujemo sljedeće osnovne prostore:

- 1 - prostor krme
- 2 - prostor strojarnice
- 3 - teretni prostor
- 4 - prostor pramca
- 5 - prostor nadgrađa

Na slici 9.4 prikazani su osnovni prostori broda.



*Slika 9.4 Podjela broda na prostore*

Glavne prostore moguće je dalje podijeliti na podprostore pa tako prostor krme na podprostore krmenog pika i kormilarskog stroja, strojarnicu na krov dvodna, 1. platformu, 2. platformu, grotlo dimnjak. Nadalje teretni prostor na prstenove, pramac na pramčani pik i palubu kaštela, nadgrađe na palube krmice i kormilarnicu. Podprostori se dalje dijele na mikroprostore.

Podjela broda na prostore:

- ubrzava gradnju broda jer se stvaraju sve veće tehnološke jedinice (sekcije, blokovi, moduli, sklopovi)
- tehnološke jedinice čine prostorne dijelove broda koje se rastavljaju u pojedine faze rada, u aktivnosti i pojedine radove koji, svaki za sebe, moraju činiti jednu samostalnu zaokruženu tehnološku cjelinu sve većeg stupnja detaljiziranosti
- koristi se za različite svrhe planiranja, praćenja izvršenja, praćenja troškova te definiranja odgovornosti

Prostori broda se označavaju troznamenkastim brojem X Y Z, sa sljedećim značenjem:

X - glavni prostor (1, 2, 3, 4 ili 5)

Y – podprostor

Z - mikroprostor

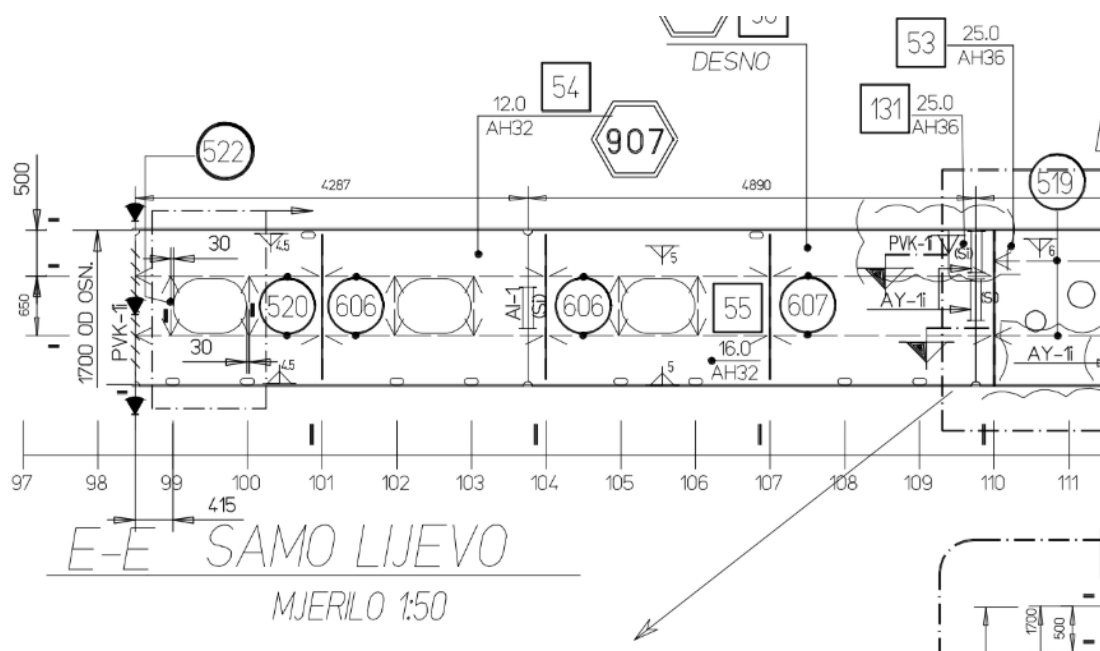
## **9.2 SIMBOLI ZA OZNAČAVANJE RADIONIČKE DOKUMENTACIJE**

Svako brodogradilište ima svoje interne načine označavanja radioničke dokumentacije (iako se za neke od simbola već može reći da su postali općeprihvaćeni). Navedenim simbolima su osim osnovnih elemenata strukture označeni i osnovni detalji strukture trupa. Da bi se izbjeglo nepotrebno često ponavljanje ti su detalji standardizirani internim standardima pa se na nacrtima često pojavljuju samo interne oznake.

### **9.2.1 Radioničke marke**

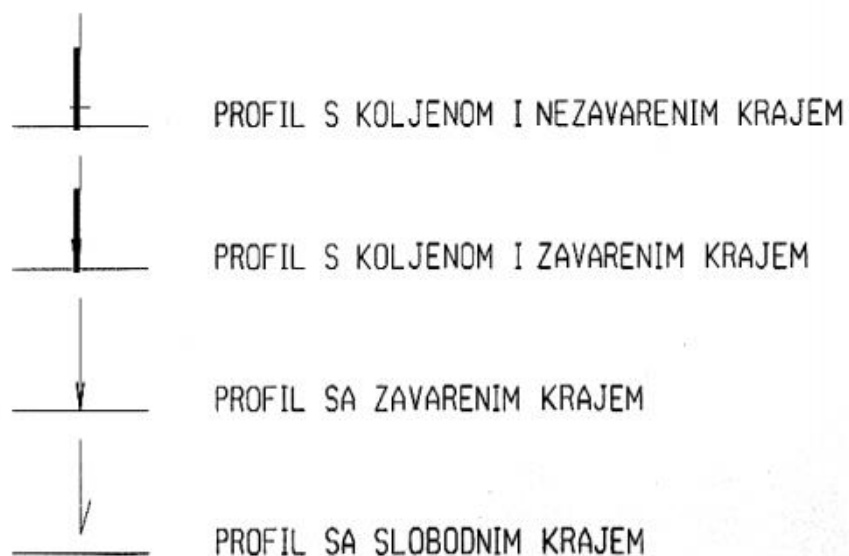
Razni profili i trake označavaju se krugom, limovi se označavaju kvadratom, a trokutom se označavaju razni nesvrstani elementi, a to su najčešće koljena ili pločice. Unutar navedenih simbola upisuje se pripadajući broj elementa, obzirom da su svi sastavni dijelovi broda numerirani.

Na slici 9.5 prikazan je dio iz radioničke dokumentacije, a koji se odnosi na uzdužni bočni nosač. Radi se o radioničkoj dokumentaciji Brodogradilišta Uljanik. Na slici su u kvadratima vidljive oznake limova, a u krugovima oznake traka. Broj u šesterokutu označuje veći dio koji se sastoji od nekoliko limova, trake i/ili profila, a radi se o internoj oznaci predmetnog brodogradilišta.



### 9.2.2 Završeci profila

Način označavanja završetaka raznih profila prikazan je na slici 12.6. Kao što se na slici vidi postoje različiti simboli za označavanje profila s koljenom i nezavarenim krajem, profila sa koljenom i zavarenim krajem, profila sa zavarenim krajem te profila sa slobodnim krajem.

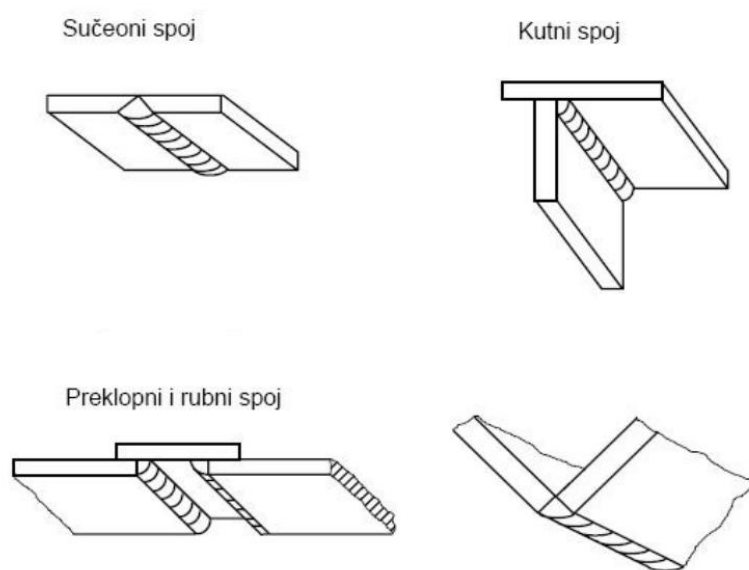


*Slika 9.6 Način označavanja završetaka profila<sup>[9]</sup>*

U prilogu 1. rada izgled profila sa zavarenim krajem vidljiv je kao detalj A na listu 2/13, izgled profila sa koljenom i zavarenim krajem kao detalj na listu 4/13, a profil sa slobodnim krajem na listu 9/13.

### 9.2.3 Oznake zavora

U brodogradnji najčešće razlikujemo tri tipa zavarenih spojeva, a koji su prikazani na slici 9.7. To su sučeljni, kutni, preklopni i rubni spoj.



*Slika 9.7 Osnovni tipovi zavarenih spojeva <sup>[11]</sup>*

Nadalje u tablici 9.1 prikazane su osnovne oznake zavora, a u tablici 9.2 simboli za dodatne oznake zavora.

Tablica 9.1 Oznake zavarara <sup>[11]</sup>

Rubni spoj		Dvostruki Y-spoj	
Sučeljeni I-spoj		Dvostruki U-spoj	
Sučeljeni V-spoj		Kutni spoj	
Sučeljeni polu V-spoj		Kutni spoj obostran	
Sučeljeni Y-spoj		Preklopni spoj	
Sučeljeni polu Y-spoj		Točkasti zavar	
Sučeljeni U-spoj		Navar	
Sučeljeni J-spoj		Igličasti spoj	
Sučeljeni X-spoj		Sučeljeni kosi spoj	
Sučeljeni K-spoj		Dvostruki polu Y-spoj	

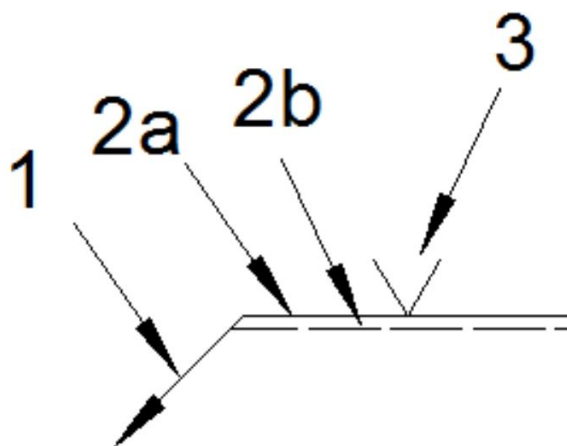
Tablica 9.2 Dodatne oznake na zavarima <sup>[11]</sup>

	V – spoj s ravnom površinom s jedne strane
	V – spoj s ravnom površinom s obje strane
	Kutni zavar konkavnog izgleda
	Y – spoj sa zavarom s druge strane
	V – spoj s posebno obrađenom površinom
	Kutni spoj bez zajeda s obrađenim nadvišenjem



Na slici 9.8 prikazano je kako se tumači označavanje zavora pa se tako prikazana temeljna oznaka sastoji od:

- 1 – crta sa strelicom
- 2a – osnovna puna crta
- 2b – osnovna isprekidana crta
- 3- znak oblika spoja s dodatnim oznakama

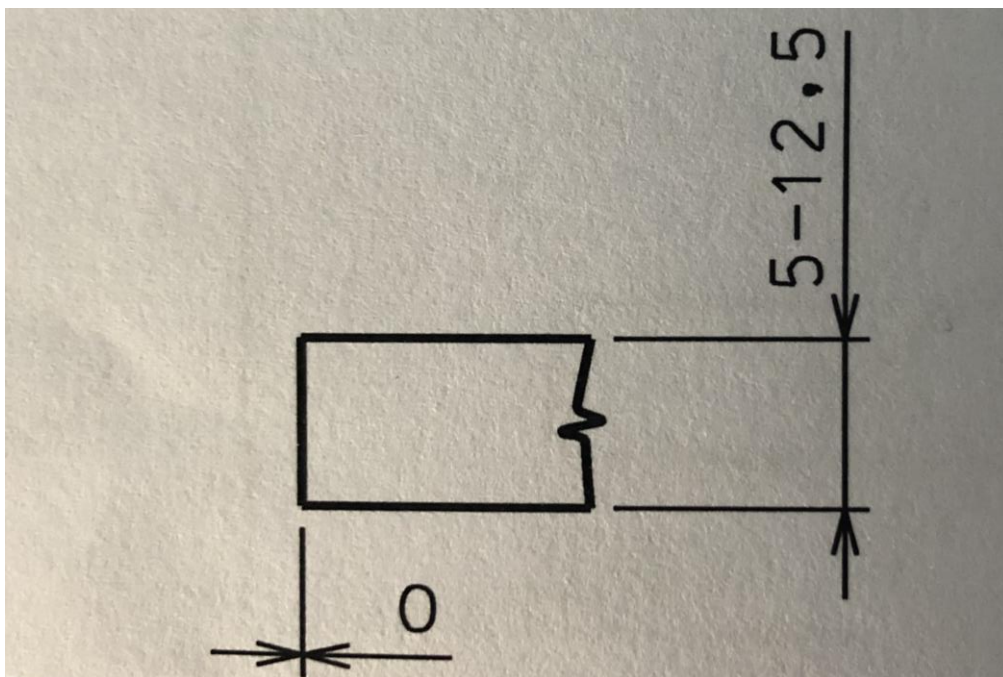


*Slika 9.8 Tumačenje označavanja zavora <sup>[11]</sup>*

Ovdje je još važno spomenuti i oznake kod rezanja, a to su sljedeće:

- veliko slovo **O** ukoliko se radi o rezanju plamenom
- veliko slovo **P** ukoliko se radi o rezanju plazmom

Na slici 9.9 može se vidjeti kako izgleda oznaka za primjenu rezanja plamenom, a radi se o velikom slovu O na horizontalnoj strelici.



*Slika 9.9 Oznaka za rezanje plamenom*

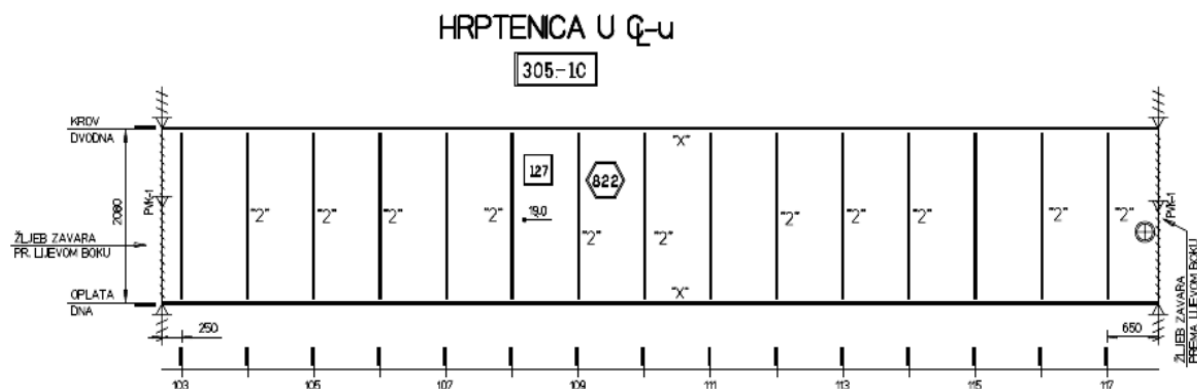
#### **9.2.4 Traserske linije**

U ovom poglavlju važno je još spomenuti i označavanje traserskih linija u radioničkoj dokumentaciji obzirom da orijentacije debljina pojedinih površina moraju biti jasno definirane kako bi se pojedine konstrukcijske cjeline mogle spojiti u jednu (brod). Stoga inženjer ili tehničar i brodomonter koji transformiraju detaljnu radioničku dokumentaciju brodske strukture u stvarne strukturne elemente, moraju imati potpuno jasno razumijevanje odnosa strukture prema traserskim linijama<sup>[6]</sup>.

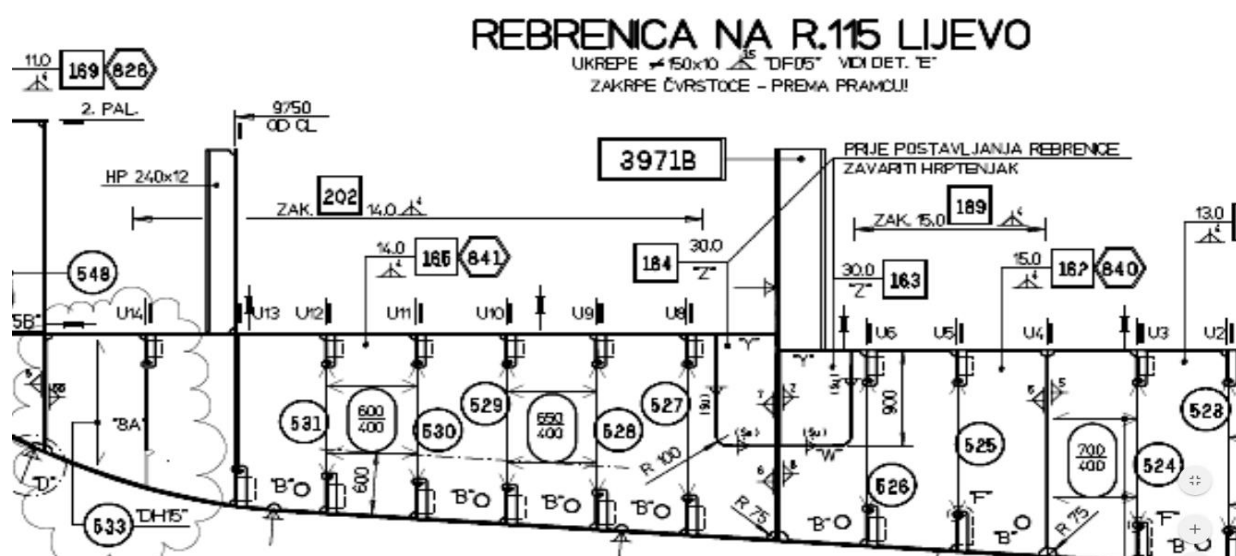
Traserska linija predstavlja spoj između oplata, palube, dvodna i preostale podupiruće strukture.

Unutar pojedinih brodogradilišta mogu se razlikovati pojedine orijentacije debljina strukturnih elemenata i sadržani su unutar internih standarda, ali su neke odrednice karakteristične bez obzira na brodogradilište. Tako je kod vanjske oplata unutarnja strana uvijek na traserskoj liniji, kod dvodna je to donja strana opločenja pokrova dvodna, a kod opločenja palube je uobičajeno da je traserska linija s unutarnje strane opločenja. Kod rebara i sponji uobičajeno je da imaju trasersku liniju prema krmi za elemente iza glavnog rebra, a prema pramcu za elemente prednje polovine broda.

Na slici 9.10 prikazano je označavanje skalom ispod nacрта traserskih linija na hrptenici, a na slici 9.11 označavanje traserskih linija odnosno orijentacija debljina uzdužnjaka pokrova dvodna.



Slika 9.10 Označavanje traserskih linija na hrptenici



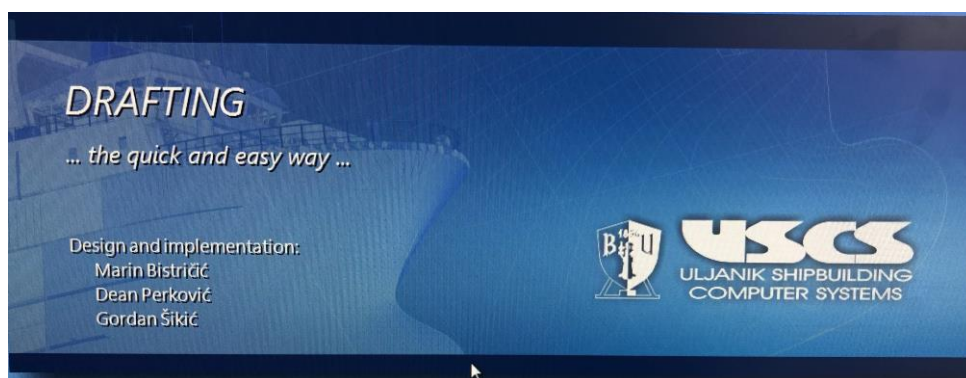
Slika 9.11 Traserske linije uzdužnjaka pokrova dvodna

### 9.2.5 Oznake materijala- čelika

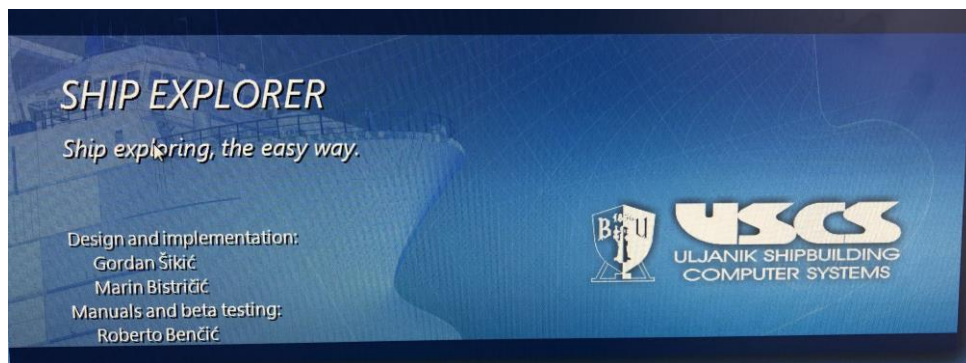
Brodograđevni čelik za dijelove konstrukcije trupa dijeli se prema mehaničkim svojstvima, tehnologiji izrade i kemijskom sastavu na četiri kategorije označene slovima A, B, D i E za obični brodograđevni čelik te AH, DH i EH za čelik povišene čvrstoće. Ispred oznake čelika se obično dodaje i oznaka klasifikacijskog društva pa tako cjelokupna oznaka može izgledati npr. kao CRS-D40.

### 9.3 TRIDENT SHIP EXPLORER I TRIDENT DRAFTING

Trident Ship Explorer i Trident Drafting aplikacije su za vizualizaciju 3D modela broda (ili nekog drugog plovnog objekta) i svih pripadajućih informacija koje taj model nosi izrađene od strane društva USCS d.o.o. (Uljanik Shipbuilding Computer Svstems d.o.o.).



Slika 9.12 Trident Ship Explorer



Slika 9.13 Trident Drafting

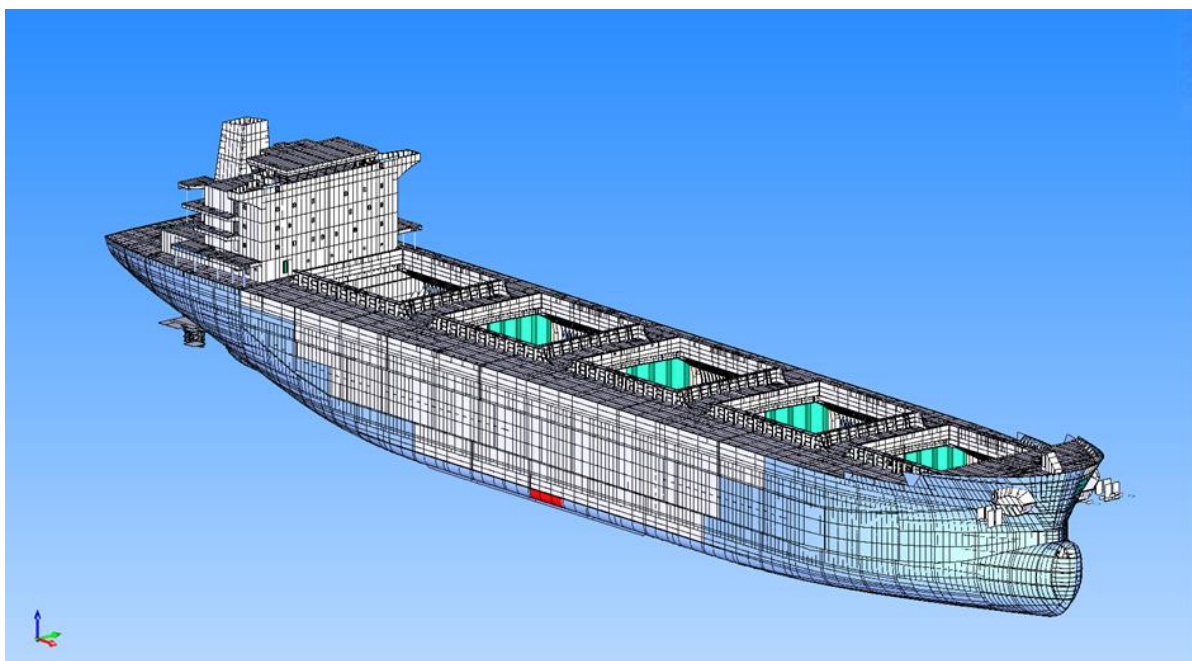
USCS d.o.o. je tvrtka osnovana 1994. godine iz odjela brodogradilišta ULJANIK koji su sedamdesetih godina prošlog stoljeće počeli primjenjivati računalnu grafiku za potrebe projektiranja, konstruiranja i tehnologije gradnje broda.

Vizualizacija modela doprinosi kvalitetnom razumijevanju i kontroli proizvoda u svim fazama njegovog razvoja kao što su aktivnosti prodaje, projektiranje, proizvodnja ili praćenje broda u eksploataciji te je samim time važna karika u lancu suvremenih procesa usporednog konstruiranja, projektiranja i proizvodnje<sup>[12]</sup>.

Alati za vizualizaciju znatno povećavaju korist od upotrebe 3D modela generiranog pomoću CAD sustava jer omogućavaju korištenje vizualnih informacija o modelu i sudionicima koji se ne koriste direktno CAD sustavom (tako npr. rukovoditeljima za kontrolu rada projekatata, tehnolozima za pripremu proizvodnje, poslovođama za bolju organizaciju rada i sl.).

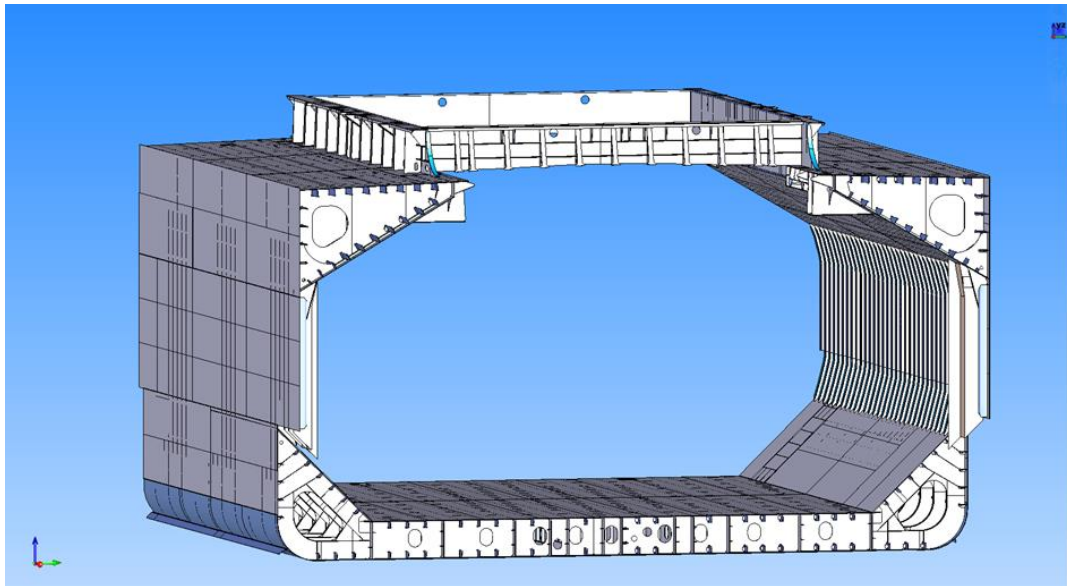
Na slici 9.14 prikazan je brod kao cjelina kako izgleda u predmetnim aplikacijama, a na slikama 9.15 i 9.16 moguće je vidjeti kako izgledaju prikazi pojedinih sekcija.

Zbog svega navedenog te zbog veće fleksibilnosti i prilagodljivosti potrebama brodogradilišta pristupilo se izradi vlastite aplikacije za vizualizaciju 3D modela i svih pripadajućih informacija koje taj model nosi.

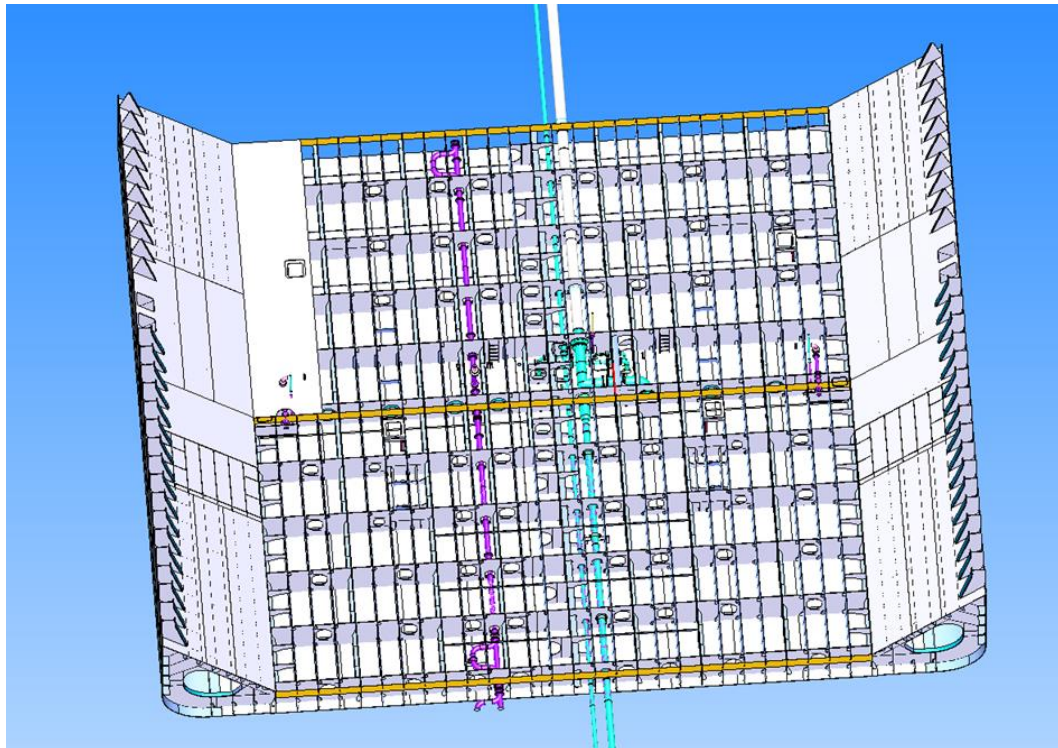


*Slika 9.14 Prikaz broda u aplikaciji Ship Explorer*





*Slika 9.15 Prikaz velike trodimenzionalne sekcije u aplikaciji Ship Explorer*



*Slika 9.16 Prikaz dvodna sa pripadajućom opremom*

Izrada dokumentacije u većini CAD sustava uglavnom je zamoran i u većem dijelu repetitivan posao. Većinu radnji prilikom izrade dokumentacije moguće je automatizirati i/ili pojednostaviti.

Društvo USCS d.o.o. je na osnovi višegodišnjeg iskustva u razvoju alata za 3D modeliranje i tehnološku razradu dokumentacije, pristupilo razvoju Trident Drafting aplikacije – vlastitog rješenja za izradu brodograđevne dokumentacije iz podataka koji se

dobivaju iz CAD 3D modela. Primjenom suvremenih informatičkih tehnologija i načela u aplikaciju su ugrađeni algoritmi za brzo i efikasno definiranje i opisivanje nacrtu, pri čemu je posebna pažnja posvećena uštedi vremena vezanog uz izmjene dokumentacije te ugodnosti i intuitivnosti u radu s alatima<sup>[13]</sup>.

Aplikacija je više platformna što značajno proširuje mogućnost njezinog korištenja te jednostavniju organizaciju poslovnog procesa izrade dokumentacije.

## 10. ZAKLJUČAK

Brod je iznimno složena tehnička struktura čiji se sastavni dijelovi broje čak u stotinama tisuća, gradi se na način da mora izdržati velika opterećenja, a opet biti sposoban prenijeti što više tereta uz što manji trošak. Stoga je sama gradnja broda izrazito složen proces koji mora ispuniti sve navedene uvjete, a uz to sama konstrukcija mora biti tehnološka odnosno mora se moći izraditi ekonomično, efikasno i što brže.

Za tehnološkost nekog proizvoda brinu projektanti u najranijim fazama razvoja proizvoda, ali isto tako na tehnološkost treba paziti tokom izrade tehničke dokumentacije.

Obzirom na broj sastavnih dijelova, pravila i propise koje je potrebno poštivati pri gradnji te ishođenje odobrenja od klasifikacijskih društava, čitava dokumentacija vezana za gradnju broda je jako opsežna, a od čega je radionička dokumentacija najmnogobrojniji skup dokumenata.

U toku priprema raznih dokumentacija važna je suradnja ureda i odjela brodogradilišta obzirom da je tada uz dobru organizaciju mnoge stvari moguće raditi paralelno što znatno ubrzava čitavi proces.

Dobra koordinacija između projekatata strukture i crtača koji izrađuju radioničku dokumentaciju i završno brodomontera mora se zasnivati na jednoznačnom i čistom razumijevanju odnosa strukturnih elemenata te je poželjno da su navedeni odnosi standardizirani.

Kod radioničke dokumentacije svaki dio koji se u hali ili na navozu ugrađuje dolazi uz nacрте i upute koje moraju biti što preglednije.

Inženjer ili tehničar i brodomonter koji transformiraju detaljnu radioničku dokumentaciju brodske strukture u stvarne strukturne elemente moraju imati i na taj način imaju potpuno jasno razumijevanje svakog nacрта i upute.

Prilikom izrade opsežne radioničke dokumentacije dobri softveri imaju itekako bitnu ulogu iz razloga što skraćuju repetitivne radnje te tako omogućavaju znatne uštede u proizvodnji.



## LITERATURA

- [1] Lamb, T., Ship Design and Construction“, Vol.I, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey
- [2] Furlan, Z., Lučin, N., Pavelić, A., „Tehnologija gradnje brodskog trupa“, Školska knjiga, Zagreb, 1986.
- [3] „The Design Spiral“, s Interneta,  
<http://naval-architecture.blogspot.com/2014/04/the-design-spiral.html>, 10.06.2019.
- [4] Vossen, C. „Ship Design and System Integration“, s Interneta,  
[https://www.researchgate.net/publication/273026917\\_Ship\\_Design\\_and\\_System\\_Integration](https://www.researchgate.net/publication/273026917_Ship_Design_and_System_Integration), 10.06.2019.
- [5] Fafandjel, N., Projektiranje za proizvodnju - prezentacija, Rijeka, 2009.
- [6] Predavanje 1. - Osnove gradnje broda - Tehnički fakultet Rijeka, 2017. godine
- [7] Grubišić, M., „Tehnologija gradnje broda“, Sveučilište u Splitu, 1978.
- [8] Tupper, E.C., „Introduction to Naval Architecture“, Elsevier BH, 2013
- [9] Zamarin, A., „Konstrukcija broda II“, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka, 2018.
- [10] Muždeka, D., „Proizvodna dokumentacija trupa broda“, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka, 2018.
- [11] Gligora, G., „Tehnologija zavarivanja i zaštite od korozije kopača na brodu za jaružanje“, Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, Zagreb, 2010.
- [12] Trident Ship Explorer – Upute za korisnike, 2012., USCS d.o.o. Pula
- [13] Trident Drafting – Korisnički priručnik, verzija aplikacije 2.1.1, 2015, USCS d.o.o. Pula

## SAŽETAK

Rad opisuje tijek izrade dokumentacije za gradnju broda. Tako su opisani idejni, preliminarni i ugovorni projekt te redom dokumentacije od projektne tehničke dokumentacije, projektne tehnološke dokumentacije, klasifikacijske te radioničke dokumentacije.

Dio rada posvećen je i objašnjenju simbola koji se koriste u radioničkim nacrtima.

U praktičnom dijelu rada, izrađena je pojednostavljena radionička dokumentacija sa jednu sekciju dvodna broda za rasuti teret koristeći Ship Explorer softver.

**Ključne riječi:** dokumentacija kod gradnje broda, radionička dokumentacija trupa broda

## ABSTRACT

This final paper describes the course of elaborating documentation for building a ship. Thus it describes preliminary and contractual project and other documentation from technical project documentation, technological project documentation, classification documentation to production documentation.

Second part of the paper explains the symbols used in the production documentations plans and drawings.

In the practical part of the paper simplified production documentation for the couple of double bottom blocks of the bulk carrier using the Ship Explorer software.

**Key words:** ship construction documentation, ship hull production documentation

## **POPIS SLIKA**

- 2.1 Evansova projektna spirala
- 2.2 Opći plan broda
- 9.1 Hodogram izrade dokumentacije u softveru
- 9.2 Grupa 333
- 9.3 Karakterističan presjek
- 9.4 Podjela broda na prostore
- 9.5 Simboli na uzdužnom bočnom nosaču
- 9.6 Način označavanja završetaka profila
- 9.7 Osnovni tipovi zavarenih spojeva
- 9.8 Tumačenje označavanja zavara
- 9.9 Oznaka za rezanje plamenom
- 9.10 Označavanje traserskih linija na hrptenici
- 9.11 Traserske linije uzdužnjaka pokrova dvodna
- 9.12 Trident Ship Explorer
- 9.13 Trident Drafting
- 9.14 Prikaz broda u aplikaciji Ship Explorer
- 9.15 prikaz velike trodimenzionalne sekcije u aplikaciji Ship Explorer
- 9.16 Prikaz dvodna sa pripadajućom opremom

## **POPIS TABLICA**

2.1 Broj pojedinačnih dijelova u prijevoznim sredstvima

2.2 Tijek izrade tehničke dokumentacije

9.1 Oznake zavora

9.2 Dodatne oznake na zavarima

## **POPIS PRILOGA**

**Prilog 1.** Pojednostavljena proizvodna dokumentacija dvodna grupe 333